



#3

Attorney Docket No. 392.1739

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Masao KAMIGUCHI, et al.

Confirmation No. : 8740

Application No.: 10/091,385

Group Art Unit:

Filed: March 7, 2002

Examiner:

For: METHOD OF AND DEVICE FOR EVALUATING RESIN USING INJECTION MOLDING MACHINE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPIES OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATIONS IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign applications:

Japanese Patent Application No. 2001-209448, filed: July 10, 2001; and

Japanese Patent Application No. 2001-063529, filed: March 7, 2001.

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: April 15, 2002

By: \_\_\_\_\_

James D. Halsey, Jr.  
Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500  
Washington, D.C. 20001  
(202) 434-1500



日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 7月10日

出願番号

Application Number:

特願2001-209448

[ST.10/C]:

[JP2001-209448]

出願人

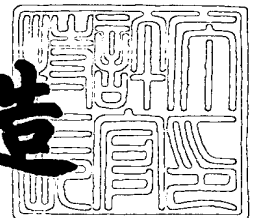
Applicant(s):

ファナック株式会社

2002年 3月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3014924

【書類名】 特許願  
【整理番号】 21006P  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 B29C 37/00

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 上口 賢男

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 内山 辰宏

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 窪田 和男

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【選任した代理人】

【識別番号】 100101915

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩野入 章夫

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 63529

【出願日】 平成13年 3月 7日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 射出成形機を用いた樹脂評価方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定し、該条件下で射出を行うことによって得られるスクリュ位置と樹脂圧力の関係又は射出開始からの経過時間と樹脂圧力の関係に基づいて、樹脂における樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求めることを特徴とする射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 2】 射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定し、該条件下で射出を行うことによって得られるスクリュ位置と樹脂圧力の関係又は射出開始からの経過時間と樹脂圧力の関係に基づいて、樹脂における樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求めることを特徴とする射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 3】 自動的に樹脂温度を順次変えとともに、各樹脂温度において射出速度を順次変えて射出を所定回数行い、各射出時における射出圧力を検出し、各射出毎の射出圧力、射出速度、樹脂温度の各データを求め、求められた各射出による射出圧力、射出速度、樹脂温度の組みデータより、自動的に樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求めることを特徴とする射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 4】 各射出時に、所定周期毎にスクリュ位置、射出圧力を検出し、スクリュ位置の関数として若しくは時間の関数として前記樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を自動的に求める請求項 3 記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 5】 各射出時に、設定スクリュ位置若しくは設定射出開始からの経過時間における射出圧力を検出し、各射出毎の射出圧力、射出速度、樹脂温度の各データを求める請求項 3 記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 6】 前記射出は、金型を取り付けずに樹脂を空中に射出するエアショットである請求項 3 乃至 5 の内いずれか 1 項記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 7】 樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係は、樹脂圧力を速度又は流量のべき乗と樹脂温度の指数関数で表した数式によって求める請求項 2 乃至 6 の内いずれか 1 項に記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 8】 上記数式に基づいて樹脂圧力の樹脂温度依存度及び速度又は流量依存度を求める請求項 7 記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 9】 前記樹脂圧力は、射出成形機のノズル部の樹脂圧力を検出する圧力センサ又はスクリュに加わる樹脂からの圧力を検出する圧力センサによって検出する請求項 1 乃至請求項 8 の内 1 項記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 10】 前記スクリュ位置と樹脂圧力又は射出開始からの経過時間と樹脂圧力の関係は、設定されたスクリュ位置における樹脂圧力又は設定経過時間における樹脂圧力の関係である請求項 1 又は請求項 2 項記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 11】 前記樹脂温度条件は、ノズル温度又はシリンダ温度である請求項 1 乃至請求項 10 の内 1 項記載の射出成形機の樹脂評価方法。

【請求項 12】 樹脂の特性を評価するための射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定する手段と、該解析条件下で射出を行うことによって、設定スクリュ位置又は射出開始からの設定経過時間での樹脂圧力を検出する手段と、該設定スクリュ位置又は設定経過時間での検出樹脂圧力及び前記射出速度、樹脂温度に基づいて、樹脂における樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める手段とを有する射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 13】 樹脂の特性を評価するための射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定する手段と、該解析条件下で射出を行うことによって、設定スクリュ位置又は射出開始からの設定経過時間での樹脂圧力を検出する手段と、該設定スクリュ位置又は設定経過時間での検出樹脂圧力及び前記射出速度、樹脂温度に基づいて、樹脂における樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段とを有する射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 14】 前記樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める手段を、射出成形機に設ける代わりに射出成形機外部に設け、射出

成形機を前記解析条件下で駆動し射出を行うことによって得られた、スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データを該手段に入力して樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める請求項 1 2 記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 1 5】 樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段を、射出成形機に設ける代わりに射出成形機外部に設け、射出成形機を前記解析条件下で駆動し射出を行うことによって得られた、スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データを該手段に入力して樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める請求項 1 3 記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 1 6】 スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データの代わりに、射出速度データ、樹脂温度データ及び設定されたスクリュ位置又は設定経過時間における検出樹脂圧力データを前記樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める手段に入力するようにした請求項 1 4 記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 1 7】 スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データの代わりに、射出速度データ、樹脂温度データ及び設定されたスクリュ位置又は設定経過時間における検出樹脂圧力データを前記樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段に入力するようにした請求項 1 5 記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 1 8】 設定された複数の樹脂温度毎に設定された複数の射出速度で順次射出を行うよう射出を制御する制御手段と、各射出時の射出圧力データを検出する手段と、各射出時の樹脂温度、射出速度及び検出射出圧力を 1 組としてそれぞれ記憶する記憶手段と、該記憶手段に記憶されたデータに基づいて樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段を備えた射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 1 9】 前記射出圧力データを検出する手段は、射出時に所定周期毎に射出圧力を検出すると共にスクリュ位置をも検出し、前記記憶手段はスクリュ位置をも記憶し、前記樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段は、スクリュ位置の関数として樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める請求項 1 8 記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 2 0】 前記射出圧力データを検出する手段は、各射出時に、設定スクリュ位置若しくは設定射出開始からの経過時間における射出圧力を検出する請求項 1 8 記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 2 1】 得られた樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の關係に基づいて、射出速度若しくは流量と射出圧力の關係及び／又は樹脂温度と射出圧力の關係を表示する表示手段を備える請求項 1 8 乃至 2 0 の内 1 項記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 2 2】 得られた樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の關係に基づいて、射出速度若しくは流量と射出圧力の關係及び／又は樹脂温度と射出圧力の關係をスクリュ位置の関数として表示する表示手段を備える請求項 1 9 記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 2 3】 前記樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の關係を樹脂の種類毎に記憶する手段を備え、樹脂を入力することによって、前記記憶した樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の關係に基づいてグラフ表示する手段を備える請求項 1 8 乃至 2 2 の内 1 項記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 2 4】 樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の關係を求める手段は、樹脂圧力を速度又は流量のべき乗と樹脂温度の指数関数で表した数式による相互依存關係式を求める請求項 1 3、請求項 1 5 又は請求項 1 7 乃至 2 3 のいずれか 1 項に記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【請求項 2 5】 前記樹脂圧力は、射出成形機のノズル部に設けられた圧力センサ又はスクリュに加わる樹脂からの圧力を検出する圧力センサによって検出する請求項 1 2 乃至請求項 2 4 の内 1 項記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。



【請求項 2 6】 前記樹脂温度条件は、ノズル温度又はシリンダ温度である請求項 1 2 乃至請求項 2 5 の内 1 項記載の射出成形機を用いた樹脂評価装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は樹脂の特性を検出、分析し評価する方法及び装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来技術】

射出成形機等で成形加工をする場合、多量の成形条件を設定しなければならず、これら成形条件の最適値を設定し良成形品を得るには、経験と多大な時間を必要とする。又、成形を行う際に樹脂の種類が同一でも、製造ロット間で樹脂特性のバラツキがあり、それが原因となって不良成形が発生する場合があった。

【0 0 0 3】

また、近年、良品を成形したときの圧力変化に追従するように、制御系のゲインを学習しながら圧力をサーボモータの速度で制御する圧力波形追従制御が開発されている。この制御では、同一ロット内での樹脂の溶融変動を吸収し、成型の安定性を確保することができる。しかし、この制御では樹脂の温度特性が大きく変化した場合、補正する速度が大きくなりすぎて成形不良の原因となる可能性がある。この制御では樹脂の温度特性が大きく変化した場合、補正する速度が大きくなりすぎて成形不良の原因となる可能性がある。この制御では樹脂の温度特性が大きく変化した場合、補正する速度が大きくなりすぎて成形不良の原因となる可能性がある。これは、この制御が樹脂の圧力特性に関する速度特性と温度特性の内、速度特性だけに着目しているためであるものと推定される。この制御の適用範囲を広げるためには、樹脂の圧力特性と速度及び温度特性の関係を明確にし、温度特性を制御に取り込む必要がある。

従来、樹脂の流動特性を取得する方法としては、特殊な樹脂特性測定装置を利用して剪断速度に対する粘度等の樹脂特性を測定する方法が公知である。

又、このような特殊な装置を使用せず、成形機を使用して直接樹脂の特性の違いを判定する場合には、成形時の圧力波形を求めこの圧力波形を比較することによって樹脂特性の変化を判断するしか方法がなかった。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

成形時の圧力波形を比較することによって、ロット間の樹脂特性の違いを判別する方法は、相対的な樹脂の違いしか分からず、樹脂特性それ自体を把握できないという問題があった。又、特殊な樹脂特性測定装置で樹脂特性を測定する方法は、実際に成形機が成形作業を行っているときと同様な状態、すなわち熔融樹脂温度が高温で射出速度が高速の状態を作り出すことが困難なため、実際に利用可能な測定結果を得られなかった。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明の目的は、上記問題を解決するために、成形機を利用して、樹脂特性を測定する方法及び装置を提供することにある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項 1、2 に係わる発明は、射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定し、該条件下で射出を行うことによって得られるスクリュ位置と樹脂圧力の関係又は射出開始からの経過時間と樹脂圧力の関係に基づいて、樹脂における樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度、又は樹脂における樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求め樹脂を評価できるようにした。

【 0 0 0 7 】

請求項 3 に係わる発明は、自動的に樹脂温度を順次変えけるとともに、各樹脂温度において射出速度を順次変えて射出を所定回数行い、各射出時における射出圧力を検出し、各射出毎の射出圧力、射出速度、樹脂温度の各データを求め、求められた各射出による射出圧力、射出速度、樹脂温度の組みデータより、自動的に樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求め樹脂の評価をするようにした。更に、請求項 4 に係わる発明は、各射出時に、所定周期毎にスクリュ位置、射出圧力を検出し、スクリュ位置の関数として若しくは時間の関数として前記樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を自動的に求めるようにした。

【 0 0 0 8 】

又、請求項 5 に係わる発明は各射出時に、設定スクリュ位置若しくは設定射出

開始からの経過時間における射出圧力を検出し、各射出毎の射出圧力、射出速度、樹脂温度の各データを求める樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求めるようにした。

請求項 6 に係わる発明は、上記各発明における射出を、金型を取り付けずに樹脂を空中に射出するエアショットで行うものとした。又、請求項 7 に係わる発明は、樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を、樹脂圧力を速度又は流量のべき乗と樹脂温度の指数関数で表した数式によって求めるものとした。そして、請求項 8 に係わる発明は、上記数式に基づいて樹脂圧力の樹脂温度依存度及び速度又は流量依存度を求めるものとした。

#### 【 0 0 0 9 】

請求項 9 に係わる発明は、上記各発明において、樹脂圧力は、射出成形機のノズル部の樹脂圧力を検出する圧力センサ又はスクリュに加わる樹脂からの圧力を検出する圧力センサによって検出するものとした。

又、請求項 1 0 に係わる発明は、請求項 1 , 2 に係わる発明において、スクリュ位置と樹脂圧力又は射出開始からの経過時間と樹脂圧力の関係を、設定されたスクリュ位置における樹脂圧力又は設定経過時間における樹脂圧力の関係として求めるものとした。

請求項 1 1 に係わる発明は、上記各発明において、樹脂温度条件は、ノズル温度又はシリンダ温度とした。

#### 【 0 0 1 0 】

請求項 1 2 に係わる発明は、樹脂の特性を評価するための射出速度及び樹脂温度条件を含む解析条件を設定する手段と、該解析条件下で射出を行うことによって、設定スクリュ位置又は射出開始からの設定経過時間での樹脂圧力を検出する手段と、該設定スクリュ位置又は設定経過時間での検出樹脂圧力及び前記射出速度、樹脂温度に基づいて、樹脂における樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める手段とを備えた射出成形機を用いた樹脂評価装置である。又、請求項 1 3 に係わる発明は、樹脂における樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める手段の代わりに、樹脂における樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段とを設けたも

のである。

【 0 0 1 1 】

請求項 1 4 に係わる発明は、請求項 1 2 に係わる発明において、樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める手段を、射出成形機に設ける代わりに射出成形機外部に設け、射出成形機を前記解析条件下で駆動し射出を行うことによって得られた、スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データを該手段に入力して樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求めるようにしたものである。更に、請求項 1 5 に係わる発明は、請求項 1 3 に係わる発明において、樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段を、射出成形機に設ける代わりに射出成形機外部に設け、射出成形機を前記解析条件下で駆動し射出を行うことによって得られた、スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データを該手段に入力して樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求めるようにしたものである。

【 0 0 1 2 】

請求項 1 6 に係わる発明は、請求項 1 4 に係わる発明において、スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データの代わりに、射出速度データ、樹脂温度データ及び設定されたスクリュ位置又は設定経過時間における検出樹脂圧力データを前記樹脂圧力の樹脂温度依存度又は／及び速度又は流量依存度を求める手段に入力するようにしたものである。

【 0 0 1 3 】

請求項 1 7 に係わる発明は、請求項 1 5 に係わる発明において、スクリュ位置データ又は射出開始からの経過時間データ、樹脂温度データ、射出速度データ、樹脂圧力データの代わりに、射出速度データ、樹脂温度データ及び設定されたスクリュ位置又は設定経過時間における検出樹脂圧力データを前記樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段に入力するようにしたものである。

## 【 0 0 1 4 】

請求項 1 8 に係わる発明は、設定された複数の樹脂温度毎に設定された複数の射出速度で順次射出をおこなうよう射出を制御する制御手段と、各射出時の射出圧力データを検出する手段と、各射出時の樹脂温度、射出速度及び検出射出圧力を 1 組としてそれぞれ記憶する記憶手段と、該記憶手段に記憶されたデータに基づいて樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段を備えた射出成形機を用いた樹脂評価装置である。請求項 1 9 に係わる発明は、この請求項 1 8 に係わる発明において、射出圧力データを検出する手段は、射出時に所定周期毎に射出圧力を検出すると共にスクリュ位置をも検出し、前記記憶手段はスクリュ位置をも記憶し、前記樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段は、スクリュ位置の関数として樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求めるようにしたものである。又、請求項 2 0 に係わる発明は、前記射出圧力データを検出する手段により、各射出時に、設定スクリュ位置若しくは設定射出開始からの経過時間における射出圧力を検出するものとした。

## 【 0 0 1 5 】

更に、請求項 2 1 に係わる発明は、得られた樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係に基づいて、射出速度若しくは流量と射出圧力の関係及び／又は樹脂温度と射出圧力の関係を表示する表示手段を備えるものとした。又、請求項 2 2 に係わる発明は、得られた樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係に基づいて、射出速度若しくは流量と射出圧力の関係及び／又は樹脂温度と射出圧力の関係をスクリュ位置の関数として表示する表示手段を備えるようにした。請求項 2 3 に係わる発明は、樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を樹脂の種類毎に記憶する手段を備え、樹脂を入力することによって、前記記憶した樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係に基づいてグラフ表示する手段を備えるようにした。

## 【 0 0 1 6 】

請求項 2 4 に係わる発明は、樹脂圧力と樹脂温度及び射出時の速度又は流量の相互依存の関係を求める手段は、樹脂圧力を速度又は流量のべき乗と樹脂温度の

指数関数で表した数式による相互依存関係式を求めるものとした。

請求項 25 に係わる発明は、前記樹脂圧力を、射出成形機のノズル部に設けられた圧力センサ又はスクリュに加わる樹脂からの圧力を検出する圧力センサによって検出するようにした。又、請求項 26 に係わる発明は、樹脂温度条件を、ノズル温度又はシリンダ温度とした。

【0017】

【発明の実施の形態】

電動式射出成形機（少なくとも、スクリュを軸方向に駆動するサーボモータによって、射出を行う射出成形機）を用い、樹脂として PMMA を使用し、金型を取り付けずに樹脂を射出するエアショットを行って、所定スクリュ位置毎の射出圧力を測定した。まず、射出速度  $v$  を一定として、樹脂温度  $T$  を変えてエアショットを行い、各スクリュ位置における射出圧力  $P$  を測定した結果の例を図 1（速度一定、温度、位置、圧力関係図）に示す。この図 1 に示す例は、射出速度  $v$  が  $60 \text{ mm/s}$  で、樹脂温度（加熱シリンダの全ゾーンの温度） $T$  を  $240^\circ \text{C}$ 、 $250^\circ \text{C}$ 、 $260^\circ \text{C}$ 、 $270^\circ \text{C}$ 、 $280^\circ \text{C}$  に変えて測定した例を示している。

【0018】

次に、樹脂温度  $T$  を一定として、射出速度  $v$  を  $3 \text{ mm/s}$ 、 $15 \text{ mm/s}$ 、 $30 \text{ mm/s}$ 、 $60 \text{ mm/s}$ 、 $90 \text{ mm/s}$  と変えて測定した。その結果が図 2（温度一定、速度、位置、圧力関係図）である。また、他の樹脂についても同様な実験を行ったが、他の樹脂についても、図 1、図 2 に示すような特性曲線のデータを得た。

【0019】

図 1 により、スクリュ位置  $A1 = 10 \text{ mm}$ 、 $A2 = 20 \text{ mm}$ 、 $A3 = 30 \text{ mm}$ 、 $A4 = 40 \text{ mm}$ 、 $A5 = 50 \text{ mm}$ 、 $A6 = 57.5 \text{ mm}$  における射出圧力  $P$  と樹脂温度  $T$  の関係を求めると図 3 となる。この図 3 から分かるように、射出圧力  $P$  は樹脂温度  $T$  の上昇に伴い指数関数的に減衰し、スクリュ位置  $x$  の関数となっていることが分かる。このことから、射出圧力  $(T, x)$  と樹脂温度  $T$  及びスクリュ位置  $x$  の関係は次の (1) 式で表されると推定できる。

$$P(T, x) = c(x) e^{-\alpha(x) T} \quad \dots (1)$$

なお、(1) 式において、 $c(x)$  は、比例係数、 $\alpha(x)$  は温度係数である。

【0020】

また、図2より、上記スクリュ位置A1～A6における射出圧力Pと射出速度vの関係を求めると図4となる。この図4から分かるように、射出圧力Pは射出速度vの上昇に伴いべき関数的に増加し、スクリュ位置xの関数となっていることが分かる。このことから、射出速度P(v(x), x)と射出速度v(x)及びスクリュ位置xの関係は次の(2)式で表されると推定できる。

【0021】

$$P(v(x), x) = d(x) v(x)^{\beta(x)} \quad \dots (2)$$

一方、前記1式を対数表現すると次の3式となる。

【0022】

$$\log P(T, x) = \log c(x) - \alpha(x) T \quad \dots (3)$$

そして、図5は、図3の縦軸(射出圧力P)を上記(3)式のように対数表現して表したものである。各樹脂温度Tとも非常に良い直線性を示している。

【0023】

同様に、上記2式を対数表現すると次の(4)式となる。

$$\log P(v(x), x) = \log(x) + \beta(x) \log v(x) \quad \dots (4)$$

また、図6は、図4の縦軸(射出圧力P)を対数表現して表したものであり、この場合も直線性を良く示している。

射出圧力Pと樹脂温度Tおよび射出速度vの関係を視覚的に判断するため、図5と図6を3次元化したのが図7である。この図7が示すように270℃、3mm/s近傍では少し歪んではいるが、射出圧力Pと樹脂温度T、そして射出速度vは1つの平面で示されることがわかる。すなわち、樹脂温度Tと射出速度vはまったく独立に表わすことができると考えられる。このためこの平面の関係は(3)式と(4)式の和として(5)式のように表わすことができる。

$$\log P(T, x) + \log P(v(x), x) = \log [P(T, x) \times P(v(x), x)] \quad \dots (5)$$

よって、

$$P_{VT}(T, v(x), x) = P(T, x) \times P(v(x), x) \quad \dots (6)$$

(なお、 $P_{VT}$  は、射出速度と樹脂温度に関する射出圧力を示す。)  
と考えることができるから (1) 式、(2) 式、(6) 式から、任意のスクリュ位置に対する射出圧力の射出速度および樹脂温度の相互依存関係関数を (7) 式で示すことが可能である。

【 0 0 2 4 】

$$\begin{aligned} P_{VT}(T, v(x), x) &= c(x) e^{-\alpha(x) T} \times d(x) v(x)^{\beta(x)} \\ &= A(x) e^{-\alpha(x) T} v(x)^{\beta(x)} \quad \dots (7) \end{aligned}$$

そこで、再び温度と射出速度を独立的に作用させるために、上記 (7) 式に対して  $\log$  を取り線形化すると次の (8) 式となる。

【 0 0 2 5 】

$$\log P_{VT}(T, v(x), x) = \log A(x) - \alpha(x) T + \beta(x) \log v(x) \quad \dots (8)$$

上記 (8) 式において、「 $\beta(x)$ 」は射出圧力（樹脂圧力）に影響を与える速度依存度を、又、「 $\log A(x) - \alpha(x) T$ 」は樹脂の温度依存度を表す。

上記 (8) 式において、

$$\pi = \log P_{VT}(T, v(x), x)$$

$$\sigma = \log A(x)$$

$$\omega = \log v(x)$$

とおくと、上記 (8) 式は次の (9) 式となる。

【 0 0 2 6 】

$$\pi = \sigma - \alpha(x) T + \beta(x) \omega \quad \dots (9)$$

ここで、射出圧力（樹脂圧力） $P (= P_{VT})$  は、ノズル先端に取り付けてノズル先端における樹脂圧力を検出する圧力センサ、又は、スクリュに取り付けられスクリュに加わる樹脂からの圧力を検出する圧力センサからの検出圧力とし、又、射出速度  $v$  は、設定射出速度若しくは実際に測定した射出速度、樹脂温度  $T$  は設定ノズル温度又はシリンダ温度か実際に温度センサで測定したノズル又はシリンダ温度の測定値とし、解析条件として温度  $T$ 、射出速度  $v$  を変えて、例えばノズル部を開放状態にして射出し、各射出毎にこれらの値を求め、これら値の組み ( $P$ 、 $v$ 、 $T$ ) に対応する ( $\pi$ 、 $\omega$ 、 $T$ ) を求め、この複数の組み ( $\pi$ 、 $\omega$ 、



T) から、次の (10) 式で示される線形最小 2 乗法によりパラメータ  $\sigma$ 、 $\alpha(x)$ 、 $\beta(x)$  を求める。

【0027】

【数 1】

$$\sum_i (\pi_i - \sigma - \beta(x)\omega_i + \alpha(x)T_i)^2 = \text{最小値} \quad \dots (10)$$

【0028】

なお、 $i$  は求めたデータの組みの数を示すものであり、射出速度や樹脂温度を変えて  $N$  回の射出を行い  $i = 1 \sim N$  で、 $N$  個の測定値の組み ( $P_i$ 、 $v_i$ 、 $T_i$ ) が得られ、それより ( $\pi_i$ 、 $\omega_i$ 、 $T_i$ ) の組みを得るものである。

最小 2 乗法の係数計算式にのっとって、

【0029】

【数 2】

$$\sum_i \pi_i - N\sigma - \beta(x)\sum_i \omega_i + \alpha(x)\sum_i T_i = 0 \quad \dots (11)$$

【0030】

【数 3】

$$\sum_i \omega_i \pi_i - \sigma \sum_i \omega_i - \beta(x)\sum_i \omega_i^2 + \alpha(x)\sum_i T_i \omega_i = 0 \quad \dots (12)$$

【0031】

【数 4】

$$\sum_i T_i \pi_i - \sigma \sum_i T_i - \beta(x)\sum_i T_i \omega_i + \alpha(x)\sum_i T_i^2 = 0 \quad \dots (13)$$

【0032】

上記 (11) ~ (13) 式から、3 元連立方程式として、 $\sigma (= \log A(x))$ 、 $\alpha(x)$ 、 $\beta(x)$  を求めることができる。これにより、射出圧力 (樹脂圧力) の速度依存度  $\beta(x)$ 、樹脂温度依存度 ( $\log A(x) - \alpha(x)T$ ) を求め樹脂特性を評価する。

【0033】

又、上記相互依存関係関数の(7)式は、シリンダの断面積を考慮して速度によって流量が表される場合に適用されるもので、樹脂流量 $Q$ と樹脂の温度 $T$ と射出圧力(樹脂圧力) $P$ の相互依存関係関数は次の(14)式となる。なお、この流量 $Q$ は、射出時の樹脂流量で射出速度にシリンダの断面積をかけた数値に等しいものである。

【0034】

$$P_{QT}(T, Q(x), x) = B(x) Q(x)^{\gamma(x)} e^{-\alpha(x) T} \dots \dots (14)$$

(なお、 $P_{QT}$ は、樹脂流量と樹脂温度に関する射出圧力を示す。)

(14)式を $\log$ を取り線形化すると次の(15)式となる。

【0035】

$$\log P_{QT}(T, Q(x), x) = \log B(x) + \gamma(x) \log Q(x) - \alpha(x) T \dots \dots (15)$$

上記(15)式において、「 $\gamma(x)$ 」は射出圧力(樹脂圧力)に影響を与え流量依存度を、又、「 $\log B(x) - \alpha(x) T$ 」は樹脂の温度依存度を表す。

上記(15)式において、

$$\pi = \log P_{QT}(T, Q(x), x)$$

$$\sigma = \log B(x)$$

$$\omega = \log Q(x)$$

とおくと、

$$\pi = \sigma + \gamma(x) \omega - \alpha(x) T \dots \dots (16)$$

ノズル部を開放状態にして、解析条件として樹脂温度 $T$ 、射出速度 $v$ を変えて $N$ 回( $i = 1 \sim N$ )の射出を行い、各射出毎の樹脂温度 $T$ 、射出速度 $v$ 、射出圧力(樹脂圧力) $P$ を求め、かつ射出速度 $v$ にシリンダ断面積を乗じて流量 $Q$ を求め、これら値の組み $N$ 個のデータの組み( $P_i$ 、 $Q_i$ 、 $T_i$ )を求め、さらにこれより、( $\pi_i$ 、 $\omega_i$ 、 $T_i$ )を得る。そして、この $N$ 回( $i = 1 \sim N$ )の射出データの組み( $\pi_i$ 、 $\omega_i$ 、 $T_i$ )から、線形最小2乗法によりパラメータ $\sigma$ 、 $\gamma(x)$ 、 $\beta(x)$ を求める。

【0036】

【数 5】

$$\sum_i (\pi_i - \sigma - \gamma(x) \omega_i + \alpha(x) T_i)^2 = \text{最小値} \quad \dots\dots (17)$$

【0037】

最小 2 乗法の計数計算式にのっとって、

【0038】

【数 6】

$$\sum_i \pi_i - N\sigma - \gamma(x) \sum_i \omega_i + \alpha(x) \sum_i T_i = 0 \quad \dots\dots (18)$$

【0039】

【数 7】

$$\sum_i \omega_i \pi_i - \sigma \sum_i \omega_i - \gamma(x) \sum_i \omega_i^2 + \alpha(x) \sum_i T_i = 0 \quad \dots\dots (19)$$

【0040】

【数 8】

$$\sum_i T_i \pi_i - \sigma \sum_i T_i - \gamma(x) \sum_i T_i \omega_i + \alpha(x) \sum_i T_i^2 = 0 \quad \dots\dots (20)$$

【0041】

上記 (18) ~ (20) 式から、3 元連立方程式として、 $\sigma (= \log B(x))$ 、 $\gamma(x)$ 、 $\alpha(x)$ を求めることができる。これにより、射出圧力（樹脂圧力）の流量依存度  $\gamma(x)$ 、樹脂温度依存度  $(\log B(x) - \alpha(x) T)$  を求め樹脂特性を評価する。

【0042】

図 8 は、本発明の樹脂評価方法を実施する樹脂評価装置の一部、若しくは評価装置自体を構成する射出成形機の制御装置 1 の一実施形態のブロック図である。

制御装置 1 は、数値制御用のマイクロプロセッサである CNC 用 CPU 25、プログラマブルマシンコントローラ用のマイクロプロセッサである PMC 用 CPU 21、サーボ制御用のマイクロプロセッサであるサーボ用 CPU 22、および、A/D 変換器 12 を介して射出成形機本体側に設けられた射出圧等の各種圧力

を検出するセンサからの信号をサンプリング処理を行ってRAM 1 4 に格納する圧力モニタ用CPU 2 0 を有する。特に、本発明と関係して、スクリュに取りつけられ、スクリュに加わる溶融樹脂からの圧力である射出圧力を検出するロードセル等の圧力センサ（図示せず）からの信号が入力され、RAM 1 4 に記憶されると共に、後述するように、樹脂評価のためのデータテーブルT b - 1 にもこの射出圧力データは記憶されるようになっている。又、バス3 0 を介して相互の入出力を選択することにより各マイクロプロセッサ間での情報伝達が行えるようになっている。

## 【 0 0 4 3 】

PMC用CPU 2 1 には射出成形機のシーケンス動作を制御するシーケンスプログラム等を記憶したROM 1 5 および演算データの一時記憶等に用いられるRAM 1 6 が接続され、CNC用CPU 2 5 には、射出成形機を全体的に制御する自動運転プログラム等を記憶したROM 2 7 および演算データの一時記憶等に用いられるRAM 2 8 が接続されている。

## 【 0 0 4 4 】

また、サーボ用CPU 2 2 には、位置ループ、速度ループ、電流ループの処理を行うサーボ制御専用の制御プログラムを格納したROM 1 7 やデータの一時記憶に用いられるRAM 1 8 が接続されている。圧力モニタ用CPU 2 0 には、該圧力モニタ用CPU 2 0 が行う制御の制御プログラムを記憶したROM 1 3 および、前述した、各種センサが検出した圧力等を記憶するRAM 1 4 が接続されている。

## 【 0 0 4 5 】

更に、サーボ用CPU 2 2 には、該CPU 2 2 からの指令に基いて型締用、射出用、スクリュ回転用、エジェクタ用等の各軸のサーボモータ1 0 を駆動するサーボアンプ1 9 が接続され、各軸のサーボモータ1 0 に取付けられた位置・速度検出器1 1 からの出力がサーボCPU 2 2 に帰還されるようになっている。各軸の現在位置は位置・速度検出器1 1 からの位置のフィードバック信号に基いてサーボCPU 2 2 により算出され、各軸の現在位置記憶レジスタに更新記憶される。図8においては射出軸（スクリュを軸方向に駆動する軸）を駆動するサーボ

モータ 1 0 と該サーボモータ 1 0 に取り付けられ、該サーボモータの回転位置によって、スクリュ位置・速度を検出する位置・速度検出器 1 1 についてのみ示しているが、クランプ用、エジクタ用等の各軸の構成は皆これと同様である。

## 【 0 0 4 6 】

インターフェイス 2 3 は射出成形機本体の各部に配備したリミットスイッチや操作盤からの信号を受信したり射出成形機の周辺機器等に各種の指令を伝達したりするための入出力インターフェイスであり、本願発明に関して特に、射出成形機のシリンダ及びノズルに取り付けられた温度センサ（図示せず）からの温度検出信号が入力されるようになっている。

## 【 0 0 4 7 】

ディスプレイ付手動データ入力装置 2 9 は C R T 表示回路 2 6 を介してバス 3 0 に接続され、グラフ表示画面や機能メニューの選択および各種データの入力操作等が行えるようになっており、数値データ入力用のテンキーおよび各種のファンクションキー等が設けられている。なお、表示装置としては液晶を用いたものでもよい。又バス 3 0 には通信インターフェイス 3 1 が接続され、該通信インターフェイス 3 1 を介してパーソナルコンピュータ（以下パソコンという）が接続可能にされている。

## 【 0 0 4 8 】

不揮発性メモリで構成されるデータ保存用 R A M 2 4 は射出成形作業に関する成形条件と各種設定値、パラメータ、マクロ変数等を記憶する成形データ保存用のメモリである。又、本発明と関係して、該データ保存用 R A M 2 4 には後述する樹脂特性を評価するための測定データである、サンプリング時毎の射出圧力、スクリュ位置、さらには、射出速度、樹脂温度（ノズル温度、シリンダ温度）を記憶するデータテーブル T b - 1 又は後述するデータテーブル T b - 2 がこのデータ保存用 R A M 2 4 に設けられている。

## 【 0 0 4 9 】

以上の構成により、PMC 用 C P U 2 1 が射出成形機全体のシーケンス動作を制御し、CNC 用 C P U 2 5 が R O M 2 7 の運転プログラムやデータ保存用 R A M 2 4 に格納された成形条件等に基づいて各軸のサーボモータに対して移動指令の

分配を行い、サーボCPU 22は各軸に対して分配された移動指令と位置・速度検出器11で検出された位置および速度のフィードバック信号等に基づいて、従来と同様に位置ループ制御、速度ループ制御さらには電流ループ制御等のサーボ制御を行い、いわゆるデジタルサーボ処理を実行する。

#### 【0050】

上述した構成は従来の電動式射出成形機の制御装置と変わりはなく、本発明の樹脂評価装置は、この射出成形機の制御装置自体若しくは、この制御装置とパソコンで構成される。

そこで、まず、この射出成形機の制御装置1とパソコンで樹脂評価装置を構成するときの本発明の第1の実施形態について説明する。

#### 【0051】

図9は、樹脂を評価するためのデータを取得するための射出成形機の制御装置のPMC用CPU 21が実施する処理のフローチャートである。なお、PMC用CPU 21以外の圧力モニタ用CPU 20、CNC用CPU 25でこの処理を行ってもよく、動作処理に余裕のあるCPUで実行させるものである。

#### 【0052】

まず、樹脂評価を行う日時、成形機の種類、シリンダの断面積、樹脂の種類、樹脂のロット番号、成形条件（この成形条件も解析条件の一つ）、さらに、樹脂評価を行うための解析条件としての樹脂温度を変えるためにシリンダ温度（及び／又はノズル温度）を複数設定する。この実施形態ではI個の樹脂温度 $TC_i$ （ $i = 0 \sim I - 1$ ）を設定する。又、解析条件としての射出速度を変えるためにJ個の射出速度 $V_j$ （ $j = 0 \sim J - 1$ ）を設定しておく。

#### 【0053】

そして、射出成形機のノズル部を開放状態にして、CRT/MDI 29より樹脂評価指令を入力すると、まず、圧力モニタ用CPU 20は、先に設定記憶されている樹脂評価を行う日時、成形機の種類、樹脂の種類、シリンダの断面積、樹脂のロット番号、成形条件を読み出し、樹脂評価データとしてデータ保存用RAM 24に記憶すると共に（ステップA1）、設定されている最大射出時間に相当するサンプリング数Mをセットする（ステップA2）。そして、指標N、 $i$ 、 $j$

を「0」にセットし（ステップA3）、まず、指標  $i$  で示される樹脂温度  $TC_i$  を読み出しシリンダ（及び／又はノズル温度）の設定温度とする（ステップA4）。そして、この図9で示すフローチャートでは省略しているが、シリンダ（及び／又はノズル）に取り付けられた温度センサから検出される温度がこの設定樹脂温度  $TC_i$  に達すると、指標  $j$  で示される射出速度  $V_j$  を読み出し射出条件の射出速度としてセットし（ステップA5）、サンプリング回数を計数するカウンタ  $m$  を「0」にセットし射出開始させる（ステップA6）。

## 【0054】

次に、射出成形機のスクリュに取り付けられ、該スクリュに加わる樹脂からの圧力（射出圧力）を検出するロードセル等の圧力検出器からの検出圧力をA/D変換器12を介して圧力モニタCPU20が読み込んだ射出圧力（樹脂圧力） $P_r$ と、サーボCPUが位置・速度検出器11からのフィードバック信号により検出し現在位置記憶レジスタに記憶しているスクリュの現在位置  $SP$  を読み取りレジスタにカウンタ  $m$  の値に合わせて  $P_r(m)$ 、 $SP(m)$  として格納し（ステップA8）、カウンタ  $m$  の値が設定値  $M$  に達したか判断する（ステップA9）。達していなければ、カウンタ  $m$  を「1」インクリメントし（ステップA10）、ステップA7に戻る。以下サンプリング周期毎、ステップA7～ステップA10の処理を繰り返し、射出圧力（樹脂圧力） $P_r$  とスクリュ位置  $SP$  を各サンプリング周期毎レジスタに記憶する。

## 【0055】

カウンタ  $m$  の値が設定されている最大射出時間に対応するサンプリング数  $M$  に達すると、現在の指標  $N$  の値、現在設定されている樹脂温度  $TC_i$ 、射出速度  $V_j$ 、カウンタ  $m$  の値、レジスタに記憶する射出圧力（樹脂圧力） $P_r(0) \sim P_r(M)$ 、スクリュ位置  $SP(0) \sim SP(M)$  をデータ保存用RAM24内に設けられたテーブルTb-1に図12に示すように格納する（ステップA11）。

その後、指標  $N$ 、 $j$  をそれぞれ「1」インクリメントし（ステップA12、A13）、指標  $j$  が設定値である射出速度の数  $J$  に達したかを判断し（ステップA14）、達していなければ、ステップA5に戻り、指標  $j$  の値で示される設定射

出速度  $V_j$  にセットし、前述したステップ A 6 以下の処理を行う。

【0056】

以下、指標  $j$  が設定値  $J$  に達するまで、ステップ A 5 ～ A 1 4 の処理を繰り返し実行し、図 1 2 に示すデータテーブル T b - 1 が作成されることになる。

【0057】

一方、指標  $j$  の値が設定値  $J$  に達すると、指標  $i$  を「1」インクリメントし（ステップ A 1 5）、該指標  $i$  が設定値  $I$  に達しているか判断し（ステップ A 1 6）、達していなければ、指標  $j$  を「0」にセットし（ステップ A 1 7）、ステップ A 4 に戻り、樹脂温度（シリンダ温度）を次の温度すなわち  $TC_i$  にセットし、温度センサから該温度に達したことが検出されると、前述したステップ A 5 以下の処理を開始する。

【0058】

以下、指標  $i$  が設定値  $I$  に達するまで、上述したステップ A 4 ～ ステップ A 1 7 までの処理を繰り返し実行し、図 1 2 に示すテーブル T b - 1 を作成する。

【0059】

すなわち、指標  $N$  毎に、樹脂温度  $TC_i$ 、射出速度  $V_j$ 、サンプリング時間をカウントするカウンタ  $m$  の値、射出圧力（樹脂圧力） $P_r(0) \sim P_r(M)$ 、スクリュ位置  $SP(0) \sim SP(M)$  が記憶される。そして、1つの樹脂温度  $TC_i$  に対して射出速度は  $V(0) \sim V(J-1)$  まで変化し、1つの樹脂温度  $TC_i$  と  $J$  個の射出速度  $V_j$  の組み合わせに対して、時間としてのカウンタ  $m$  の値が  $0 \sim M$ 、射出圧力、スクリュ位置のデータがそれぞれ  $P_r(0) \sim P_r(M)$ 、スクリュ位置  $SP(0) \sim SP(M)$  となる。指標  $N$  が  $0 \sim (IJ-1)$  までの、 $(I \times J)$  個のこれらデータの組み合わせが、このテーブル T b - 1 に記憶されることになる。

【0060】

こうして、樹脂評価のためのデータ収集処理が終了すると、データテーブル T b - 1 に記憶したデータ及び、予め記憶設定されている樹脂評価の日時、成形機の種類、シリンダの断面積、樹脂の種類、樹脂のロボット番号、成形条件を通信インターフェイス 3 1 を介して、外部のパソコンに送信される。



## 【 0 0 6 1 】

パソコンでは、樹脂評価を射出速度を用いて評価するか、流量を用いて評価するかを選択し、かつ、射出圧力（樹脂圧力）を選択する要因を、スクリュ位置か時間かを選択する。この射出圧力（樹脂圧力）の選択は、樹脂特性を評価するに適した任意のスクリュ位置又は時間を設定するもので、例えば、射出を完了し保圧開始に相当するようなスクリュ位置又は時間を選択する。

## 【 0 0 6 2 】

射出圧力（樹脂圧力）を選択する要因をスクリュ位置としてその位置がセットされたときには、このセットされたスクリュ位置に対応する位置（一番近い位置） $SP$ をデータテーブル $Tb-1$ から選択し、この選択位置に対応する射出圧力（樹脂圧力） $P_r$ を選出する。若しくは、内挿分割して設定位置に対応する射出圧力（樹脂圧力） $P_r$ を求める。そして、前述同様に $N$ 個の射出圧力（樹脂圧力）、射出速度、樹脂温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $V$ 、 $TC$ ）（ $= (P, v, T)$ ）を決める。

## 【 0 0 6 3 】

また、時間が選択され、その時間（射出開始からの経過時間）が設定されると、この設定時間に合うカウンタ $m$ の値における射出圧力（樹脂圧力） $P_r(m)$ が読み出され、 $N$ 個の射出圧力（樹脂圧力）、射出速度、樹脂温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $V$ 、 $TC$ ）が決まる。

## 【 0 0 6 4 】

そして、樹脂評価をするために、射出速度を用いることが選択された場合には、上記 $N$ 個の射出圧力（樹脂圧力）、射出速度、樹脂温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $V$ 、 $TC$ ）に基づいて、上記（11）～（13）式からなる3元連立方程式をとき、 $\sigma (= \log A(x))$ 、 $\alpha(x)$ 、 $\beta(x)$ を求め、射出圧力（樹脂圧力）の速度依存度 $\beta(x)$ 、樹脂温度依存度（ $\log A(x) - \alpha(x)T$ ）を求め樹脂特性を評価すると共に、上記（7）式からなる樹脂の温度と射出速度と射出圧力（樹脂圧力）の相互依存関係関数を求める。

## 【 0 0 6 5 】

又、樹脂評価をするために、流量を用いることが選択された場合には、射出速

度にシリンダ断面積を乗じて流量 $Q$ を求め、 $N$ 個の射出圧力（樹脂圧力）、流量、樹脂温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $Q$ 、 $TC$ ）を得る。その後、上記（18）～（20）式からなる3元連立方程式を解き、 $\sigma$ （ $=\log B(x)$ ）、 $\gamma(x)$ 、 $\alpha(x)$ を求め、射出圧力（樹脂圧力）の流量依存度 $\gamma(x)$ 、樹脂温度依存度（ $\log B(x) - \alpha(x)T$ ）を求め樹脂特性を評価できるようにし、上記（14）式からなる樹脂の温度と射出速度と射出圧力（樹脂圧力）の相互依存関係関数を求める。

## 【0066】

上述した第1の実施形態では、射出開始から所定サンプリングタイム毎に射出圧力（樹脂圧力） $P_r(m)$ 、スクリュ位置 $SP(m)$ を採取し、このデータをパソコンに送るようにしたが、後述するような第2、第3の実施形態のように、予め射出圧力（樹脂圧力） $P_r$ を検出するスクリュ位置、時間（射出開始からの経過時間）、を決めておき、この決められたスクリュ位置又は時期においてのみ射出圧力（樹脂圧力） $P_r$ を検出記憶するようにすれば、 $N$ 個の射出圧力（樹脂圧力）、射出速度、樹脂温度の組み合わせ（ $P_r$ 、 $V$ 、 $TC$ ）がパソコンに送信されることになり、このデータを用いてパソコンは解析すればよいことになる。

## 【0067】

上述した第1の実施形態は樹脂評価のためのデータ収集とデータ解析を分離し、データ解析を射出成形機該のパソコンで行うようにしたが、次に説明する第2、第3の実施形態は、射出成形機でデータ収集もデータ解析も行うようにしたものである。

## 【0068】

図10は、この第2の実施形態における射出成形機の制御装置1におけるPM C用CPU21が実行する樹脂評価処理のフローチャートである。（ステップB1、B2、B4の処理は第1の実施形態におけるステップA1、A2、A3の処理と同一であり、説明を省略する。この第2の実施形態では、ステップB3において、予め設定されている射出圧力（樹脂圧力）を検出するスクリュ位置 $SP_s$ （ $=X_s$ ）をセットする点が加わっている。又、シリンダに指標 $i$ で示される設定温度 $TC_i$ をセットし、温度センサで検出される樹脂温度（シリンダ温度）がこの設定温度 $TC_i$ に達するまで待ち、指標 $j$ で示される設定射出速度 $V_j$ を設

定し、サンプリングタイムを計数するカウンタ $m$ を「0」にして射出を開始するステップB5～B7の処理は第1の実施形態のステップA4～A6の処理と同一であり、詳細な説明は省略する。

## 【0069】

射出が開始されると、射出圧力（樹脂圧力） $P_r$ 、スクリュ位置 $SP (=x)$ を読み取り（この点も第1の実施形態のステップA7の処理と同一）（ステップB8）、読み取ったスクリュ位置 $SP (=x)$ が設定位置 $SP_s (=X_s)$ 以下か判断する（ステップB9）。スクリュ位置の座標系は、シリンダの先端点が原点とされ反射出方向がプラス方向とされてることから、 $SP > SP_s$ で検出スクリュ位置 $SP$ が設定位置 $SP_s$ より大きいときには、スクリュは設定スクリュ位置 $SP_s$ まで達していないことを意味する。この場合は、カウンタ $m$ の値が設定されている最大射出時間に相当するサンプリング回数 $M$ に達しているか判断し（ステップB10）達していなければ、カウンタ $m$ を「1」インクリメントし（ステップB11）、ステップB8に戻る。以下サンプリング周期毎にステップB8～B11の処理を繰り返し実行する。

## 【0070】

読み取ったスクリュ位置 $SP$ が設定位置 $SP_s$ 以下と判断されると（ステップB9）、データ保存用RAM24に設けられている図13に示すようなデータテーブルTb-2に、現在の指標 $N$ の値、ステップB5で設定している現在の樹脂温度（シリンダ温度） $TC_i$ 、ステップB6で設定している現在の射出速度 $V_j$ 、ステップB8で読み取った射出圧力（樹脂圧力） $P_r$ を書き込み記憶する（ステップB12）。

## 【0071】

そして、指標 $N$ 、 $j$ を「1」インクリメントし（ステップB13、B14）、指標 $j$ が設定値 $J$ に達しているか判断し（ステップB15）、達していなければ、ステップB6に戻り次の射出速度、すなわち指標 $j$ で示される射出速度 $V_j$ をセットし射出を行い、ステップB7以下の前述した処理を行う。このようにして指標 $j$ が設定値 $J$ に達した時点では、指標 $N$ が $0 \sim (J-1)$ 、樹脂温度（シリンダ温度）は $TC_0$ 、射出速度が $V_0 \sim V_{(J-1)}$ 、検出射出圧力 $P_{r0} \sim P_{r(J-1)}$



)のデータがテーブルT b - 2に記憶されることになる。

#### 【 0 0 7 2 】

指標jが設定値Jに達したことが検出されると、指標iを「1」インクリメントし（ステップB 1 6）、該指標iが設定値Iに達しているか判断し（ステップB 1 7）、達していなければ、指標jを「0」にセットして（ステップB 1 8）、ステップB 5に戻る。シリンダに次の温度、すなわち指標iで示される温度TCiをセットし、該温度に樹脂温度（シリンダ温度）が達するまで待った後、前述したステップB 6以下の処理を行う。以下、指標iが設定値Iに達するまでステップB 5～B 1 7の処理を行い設定値Iに達すると、ステップB 1 7からステップB 1 9へ移行する。この時点では、図1 3に示すようにデータテーブルT b - 2には、指標Nが0～（I × J - 1）まで変化し、それぞれに樹脂温度（シリンダ温度）TC、射出速度V、射出圧力（樹脂圧力）Prが記憶されることになる。

#### 【 0 0 7 3 】

このデータテーブルT b - 2のデータに基づいて、ステップB 1 9では、樹脂評価の解析を行う。この場合、射出速度で解析を行うよう設定されていれば、データテーブルT b - 2に記憶されているN個の射出圧力（樹脂圧力）、射出速度、樹脂温度（シリンダ温度）の組み合わせ（Pr、V、TC）に基づいて、上記（1 1）～（1 3）式からなる3元連立方程式をとき、 $\sigma (= \log A(x))$ 、 $\alpha(x)$ 、 $\beta(x)$ を求め、射出圧力（樹脂圧力）の速度依存度 $\beta(x)$ 、樹脂温度依存度（ $\log A(x) - \alpha(x)T$ ）を求め樹脂特性を評価すると共に、上記（7）式からなる樹脂の温度と射出速度と射出圧力（樹脂圧力）の相互依存関係関数を求め、この速度依存度 $\beta(x)$ 、樹脂温度依存度（ $\log A(x) - \alpha(x)T$ ）、相互依存関係関数を表示装置の画面に表示して、この樹脂評価処理を終了する。

#### 【 0 0 7 4 】

又、樹脂評価をするために、流量を用いることが選択された場合には、射出速度にシリンダ断面積を乗じて流量Qを求め、N個の射出圧力（樹脂圧力）、流量、シリンダ（樹脂）温度の組み合わせ（Pr、Q、TC）を得る。その後、上記（1 8）～（2 0）式からなる3元連立方程式を解き、 $\sigma (= \log B(x))$ 、 $\gamma(x)$

),  $\alpha(x)$  を求め、射出圧力 (樹脂圧力) の流量依存度  $\gamma(x)$ 、樹脂温度依存度 ( $\log B(x) - \alpha(x)T$ ) を求め樹脂特性を評価できるようにし、上記 (14) 式からなる樹脂の温度と射出速度と射出圧力 (樹脂圧力) の相互依存関係関数を求め、流量依存度  $\gamma(x)$ 、樹脂温度依存度 ( $\log B(x) - \alpha(x)T$ )、相互依存関係関数を表示装置の画面に表示して、この樹脂評価処理を終了する。

## 【0075】

図14、図15は、上記(7)式による演算結果と実際の測定値を表示したものである。図14は、射出速度を一定の60 mm/sにして、樹脂温度Tを変えて、スクリュ位置に対する射出圧力を求めたものである。又、図15は、樹脂温度を240°Cと一定にして、射出速度を変えてスクリュ位置に対する射出圧力を求めたものである。

## 【0076】

この図14、図15から明かのように、計算値と実際の測定値がほぼ合致しており、(7)式は、樹脂の圧力特性と射出速度及び樹脂温度特性の関係を表していることが分かる。よって、この(7)式によって求められる射出圧力 (樹脂圧力) の速度依存度  $\beta(x)$ 、樹脂温度依存度 ( $\log A(x) - \alpha(x)T$ ) により樹脂特性を評価することができる。

## 【0077】

図16は、樹脂の乾燥時間に対する樹脂評価値を示す図で、上述した相互依存関係関数である(8)式により求められた、速度依存度  $\beta(x)$ 、樹脂温度依存度 ( $\log A(x) - \alpha(x)T$ ) を樹脂の乾燥時間に対して求めたものである。この図16に示すように、樹脂の乾燥時間によって、速度依存度  $\beta(x)$ 、樹脂温度依存度 ( $\log A(x) - \alpha(x)T$ ) は変化し、これにともなって、射出圧力 (樹脂圧力)  $P$ 、射出速度  $v$ 、樹脂温度  $T$  の相互依存関係も変化することを示している。

## 【0078】

又、各種樹脂毎に上述した方法により求められた相互依存関係関数の(7)式又は(14)式を記憶手段に記憶しておき、樹脂を指定することによって、指定された樹脂の相互依存関係関数に基づいて、この関係をグラフ表示するようにして、樹脂特性の把握、成形条件の設定の参考にする。

## 【 0 0 7 9 】

図 1 7 は、横軸に樹脂温度をとり、射出速度の相違による射出圧力の分布を各種樹脂毎に表示装置の画面に表示させたものである。すなわち、樹脂を指定し、樹脂温度範囲と射出速度を指定することによって、この樹脂温度に対する射出圧力を表示するようにしたものである。図 1 7 に示す例では、樹脂の種類を「P O M」、「A B M」、「P B M」、「P A 6 6」を指定し、射出速度を 1 3 0 mm/s、1 0 0 mm/s、7 0 mm/s、4 0 mm/s、1 0 mm/s を指定し（図 1 7 において、どの樹脂についても一番上が 1 3 0 mm/s で、一番下が 1 0 mm/s である）、樹脂温度は異なる範囲を指定した例を示している。

## 【 0 0 8 0 】

そこで、成形条件を設定するような場合、まず、使用する樹脂について、図 1 7 に示す、樹脂温度に対する射出圧力の関係のグラフをディスプレイ付手動データ入力装置 2 9 やパソコンの表示画面に表示させ、又、他の樹脂に対において、同様にこのグラフを表示させて、使用する樹脂の樹脂温度に対する射出圧力の特性に類似するものがないか探す。類似するものがあれば、成形条件の選択設定の際に、この類似した樹脂に対して設定されている成形条件等を参考にする。

## 【 0 0 8 1 】

更に、図 1 4、図 1 5 に示すように、スクリュ位置に対する射出圧力を樹脂温度や、射出速度を変えて（7）式又は（14）式で演算された結果を表示させ、この表示内容を参考にして成形条件の選択設定を行うことができ、成形条件の設定が容易となる。

## 【 0 0 8 2 】

又、演算結果に基づいて、図 3 に示すように、樹脂温度に対する射出圧力を表示させたり、図 4 に示すように、射出速度に対する射出圧力を表示させることによって、射出圧力に対する樹脂温度の影響度合い、射出圧力に対する射出速度の影響度合い等を視覚的に検出しその影響度を認識することができ、成形条件設定に役立てることができる。

## 【 0 0 8 3 】

上述した第 1、2 の実施形態は、スクリュ位置に対する射出圧力（樹脂圧力）

$P_r$  を求めていた。このスクリュ位置の代わりに射出開始からの経過時間に基づいて、射出圧力を測定しこれによって、(7) 式や (14) 式に示されるような、射出圧力、樹脂温度、射出速度の関係式を求めるようにすることもできる。この射出開始からの経過時間に基づいて求める方法を第3の実施形態として、以下図11に示すフローチャートと共に説明する。

## 【0084】

この第3の実施形態の処理におけるステップC1～C7までの処理は、第2の実施形態におけるステップB1～B7までの処理に対応し、この処理の中で、ステップB3ではスクリュ位置  $SP_s$  がセットされる点が、ステップC3では、射出開始からの経過時間  $m_s$  がセットされる点、及びカウンタ  $m$  が射出開始からの時間を計測する点で相違するのみであるので、詳細な説明は省略する。

## 【0085】

樹脂温度（シリンダ温度） $TC_i$ 、射出速度  $V_j$  がセットされ射出が開始されると（ステップC7）、この第3の実施形態では、射出開始からの経過時間を計測するカウンタ  $m$  の値が設定値  $m_s$  に達するまで待つ（ステップC8）。設定時間  $m_s$  になると、射出圧力（樹脂圧力） $P_r$  を読み取り、図13に示すデータテーブル  $Tb-2$  に、現在の指標  $N$  の値、ステップC5で設定している現在の樹脂温度（シリンダ温度） $TC_i$ 、ステップC6で設定している現在の射出速度  $V_j$ 、ステップC9で読み取った射出圧力（樹脂圧力） $P_r$  を書き込み記憶する（ステップC10）。以下の処理のステップC11～C17の処理は第2の実施形態における（ステップB13～B19の処理と同一である。

## 【0086】

すなわち、指標  $N$ 、 $j$  を「1」インクリメントし、指標  $j$  が設定値  $J$  になるまで、ステップC6～C13の処理を繰り返し実行し、 $j = J$  となると、指標  $i$  を「1」インクリメントし、該指標  $i$  が設定値  $I$  になるまで、指標  $j$  を「0」にセットした後、ステップC5以下の処理を繰り返し実行する。そして、 $i = I$  となった時点では、図13に示すようなデータテーブル  $Tb-2$  が完成する。このデータテーブル  $Tb-2$  のデータに基づいて、ステップC17では、第2の実施形態でのステップB19の処理と同一の処理を行って、相互依存関係関数等を求め

表示する。この点は前述した通りであるから説明を省略する。

【0087】

上述した各実施形態では、樹脂圧力として、スクリュに取り付けられたロードセル等の圧力センサで検出するスクリュに加わる溶融樹脂からの圧力（射出圧力）を用いたが、樹脂の圧力を検出できるようなものであればよく、例えば、シリンダ先端、又はノズル部に設けた圧力センサによって樹脂圧力を検出してこの検出圧力を樹脂圧力としてもよい。また、樹脂温度として上述した各実施形態ではシリンダ温度を用いたが、ノズル温度を樹脂温度としてもよく、樹脂温度を一番よく現すものをこの樹脂温度として用いる。

【0088】

【発明の効果】

本発明は、射出成形機を用いて、樹脂特性を評価することができ、特別な樹脂特性測定装置を用いる必要がない。しかも、射出成形機を利用した実成形と同じ条件下で樹脂特性の評価が数値化されたデータとして得られるから、従来より簡便な方法で、実際の成形に役立つ樹脂特性データの取得が可能となり、成形品質を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

射出速度を一定とし、樹脂温度を変えてエアショットを行い、各スクリュ位置における射出圧力を測定した結果を示す図である。

【図2】

樹脂温度を一定として、射出速度を変えてエアショットを行い、各スクリュ位置における射出圧力を測定した結果を示す図である。

【図3】

図1により、各スクリュ位置における射出圧力と樹脂温度の関係を求めた図である。

【図4】

図2より、上記スクリュ位置における射出圧力と射出速度の関係を求めた図である。



【図 5】

図 3 の縦軸（射出圧力 P）を対数表現して表した図である。

【図 6】

図 4 の縦軸（射出圧力）を対数表現して表した図である。

【図 7】

図 5 と図 6 より、射出圧力と樹脂温度および射出速度の関係を視覚的に判断するために 3 次元化した図である。

【図 8】

本発明の樹脂評価方法を実施する樹脂評価装置の一部、若しくは評価装置自体を構成する射出成形機の制御装置の要部ブロック図である。

【図 9】

本発明の第 1 の実施形態における樹脂評価のためのデータ収集処理のフローチャートである。

【図 1 0】

本発明の第 2 の実施形態における樹脂評価処理のフローチャートである。

【図 1 1】

本発明の第 3 の実施形態における樹脂評価処理のフローチャートである。

【図 1 2】

本発明の第 1 の実施形態における収集したデータを記憶するデータテーブルの説明図である。

【図 1 3】

本発明の第 2、第 3 の実施形態における収集したデータを記憶するデータテーブルの説明図である。

【図 1 4】

射出速度を一定にして、樹脂温度を変えて、スクリュ位置に対する射出圧力を本発明の演算式により求めた演算結果と実際の測定値を表示したものである。

【図 1 5】

樹脂温度を一定にして、射出速度を変えてスクリュ位置に対する射出圧力を本発明の演算式により求めた演算結果と実際の測定値を表示したものである。

【図 1 6】

樹脂の乾燥時間に対する樹脂評価値を示す図である。

【図 1 7】

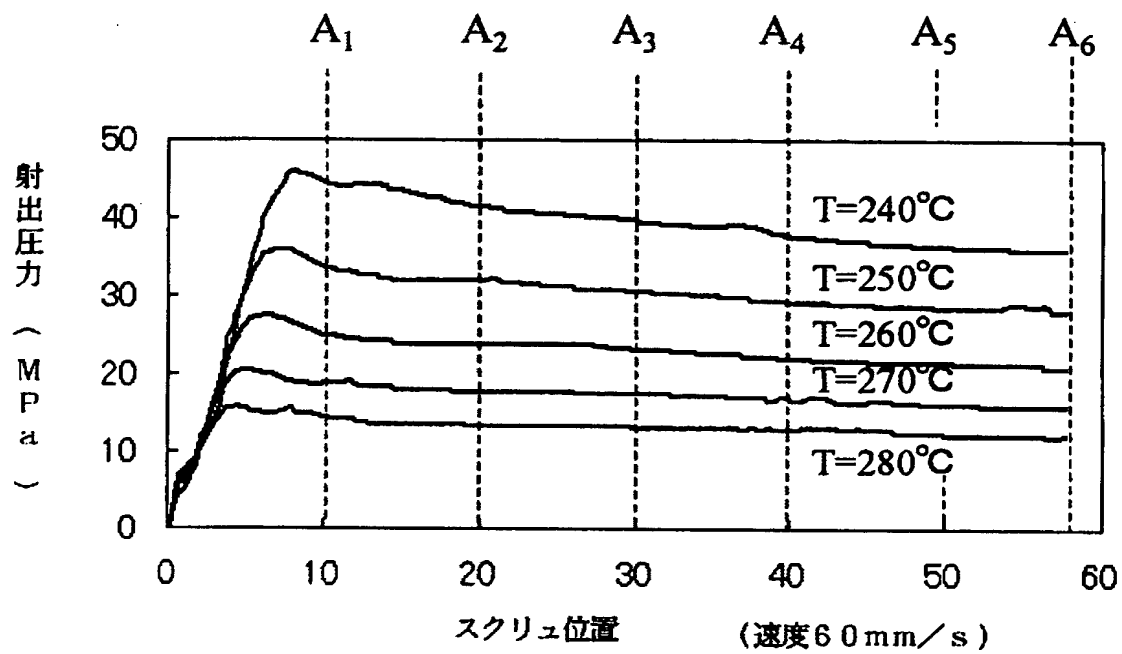
各種樹脂の樹脂温度，射出速度，射出圧力の関係を表示装置に表示した例を示す図である。

【符号の説明】

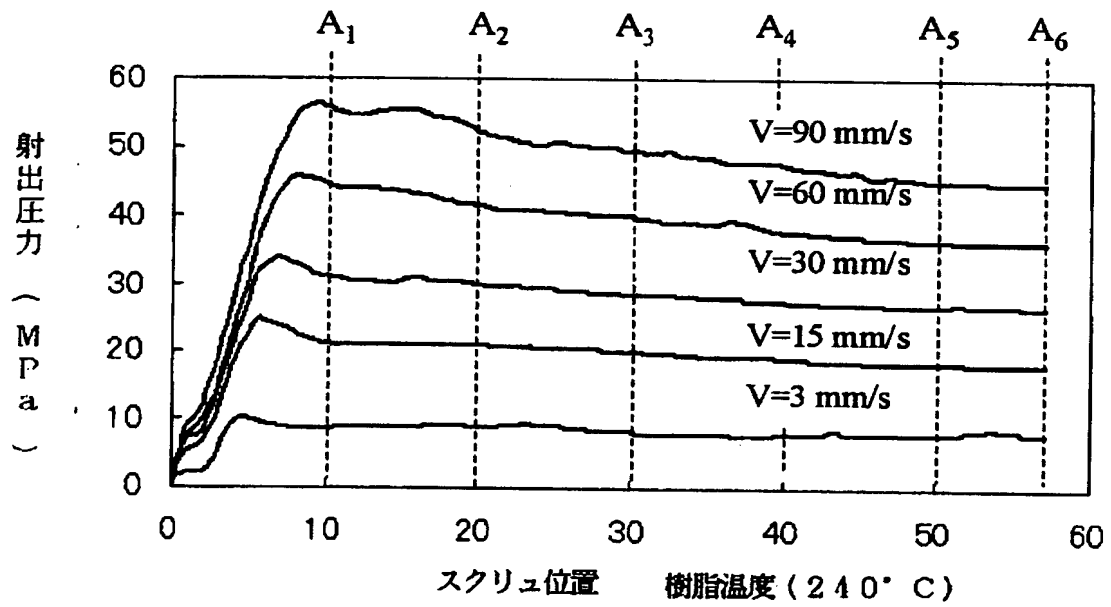
- 1 射出成形機の制御装置
- 1 1 位置・速度検出器
- 3 0 バス

【書類名】 図面

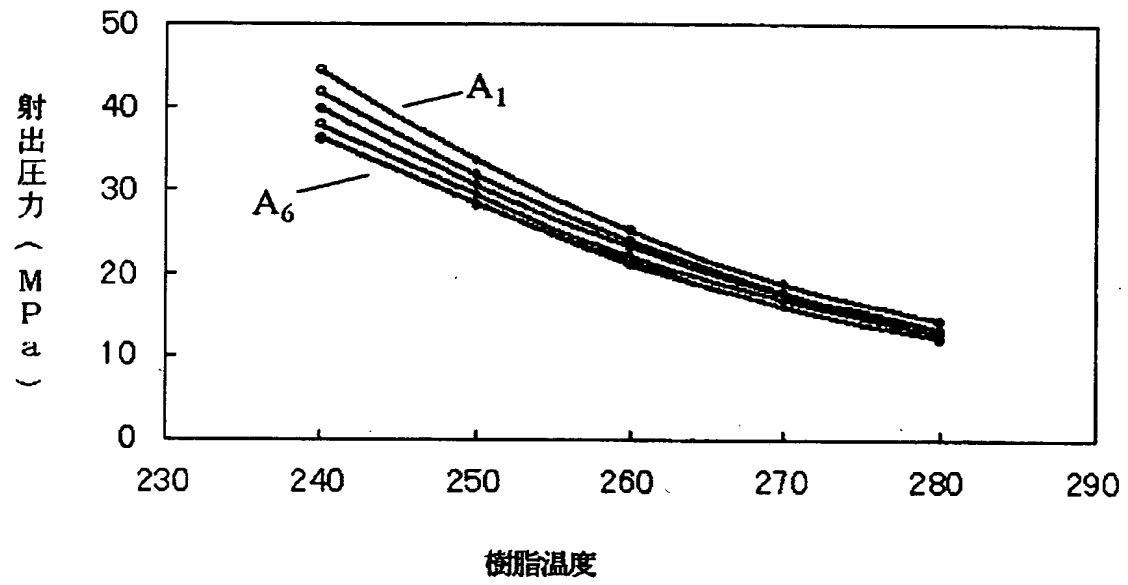
【図 1】



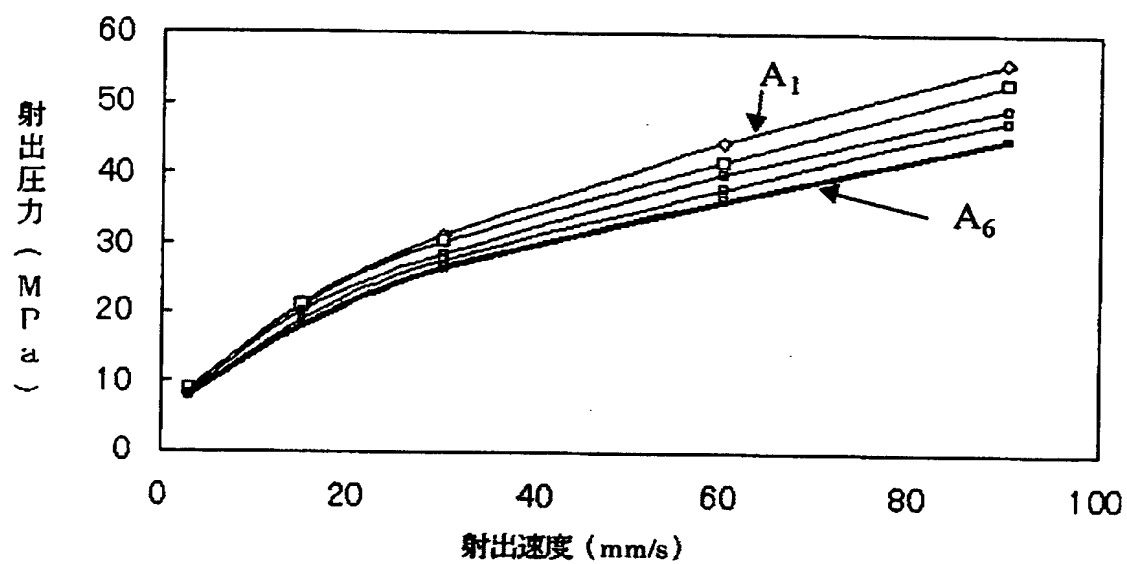
【図 2】



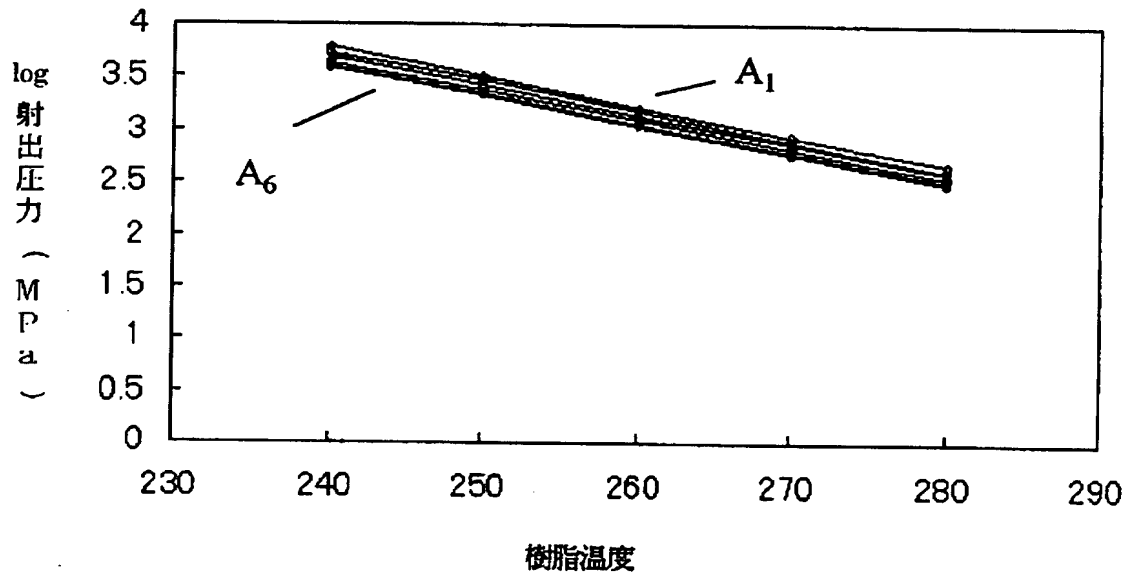
【図 3】



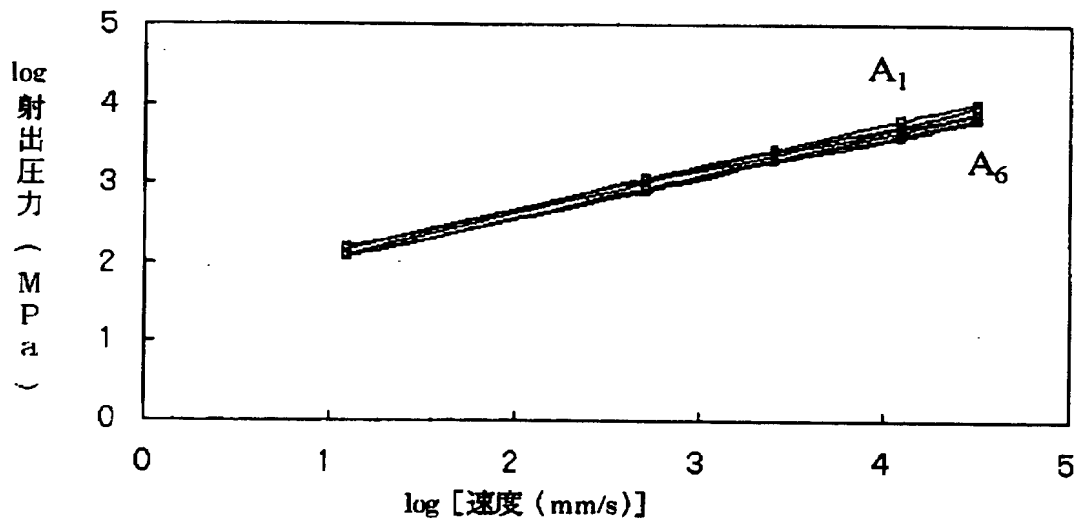
【図 4】



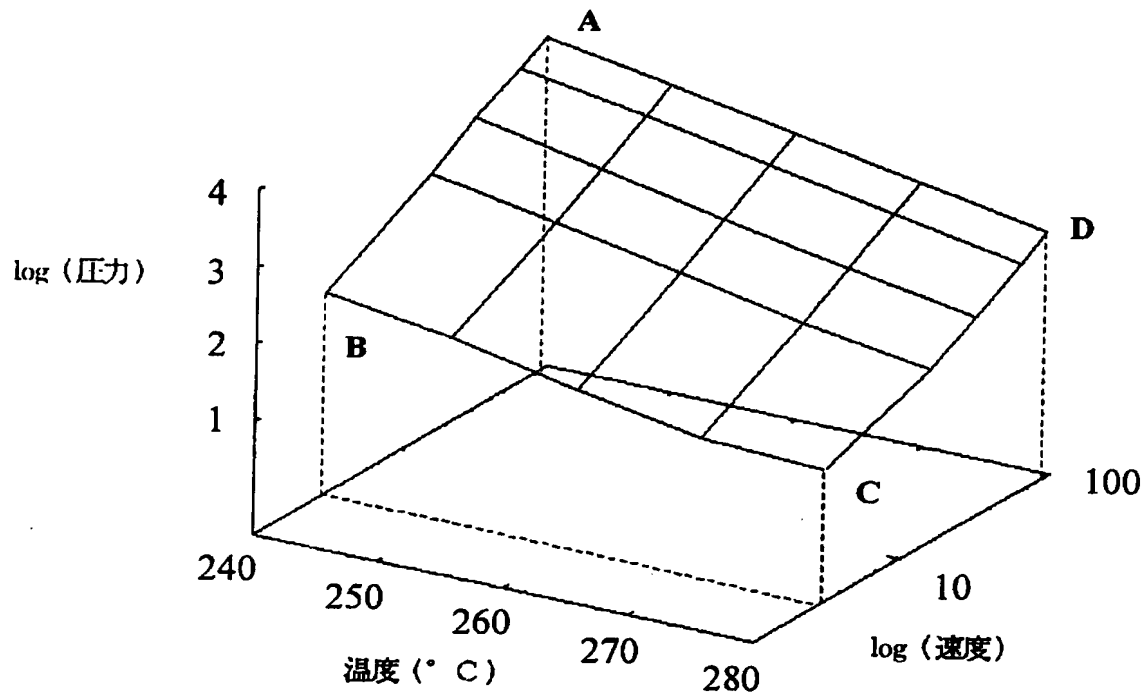
【図 5】



【図 6】

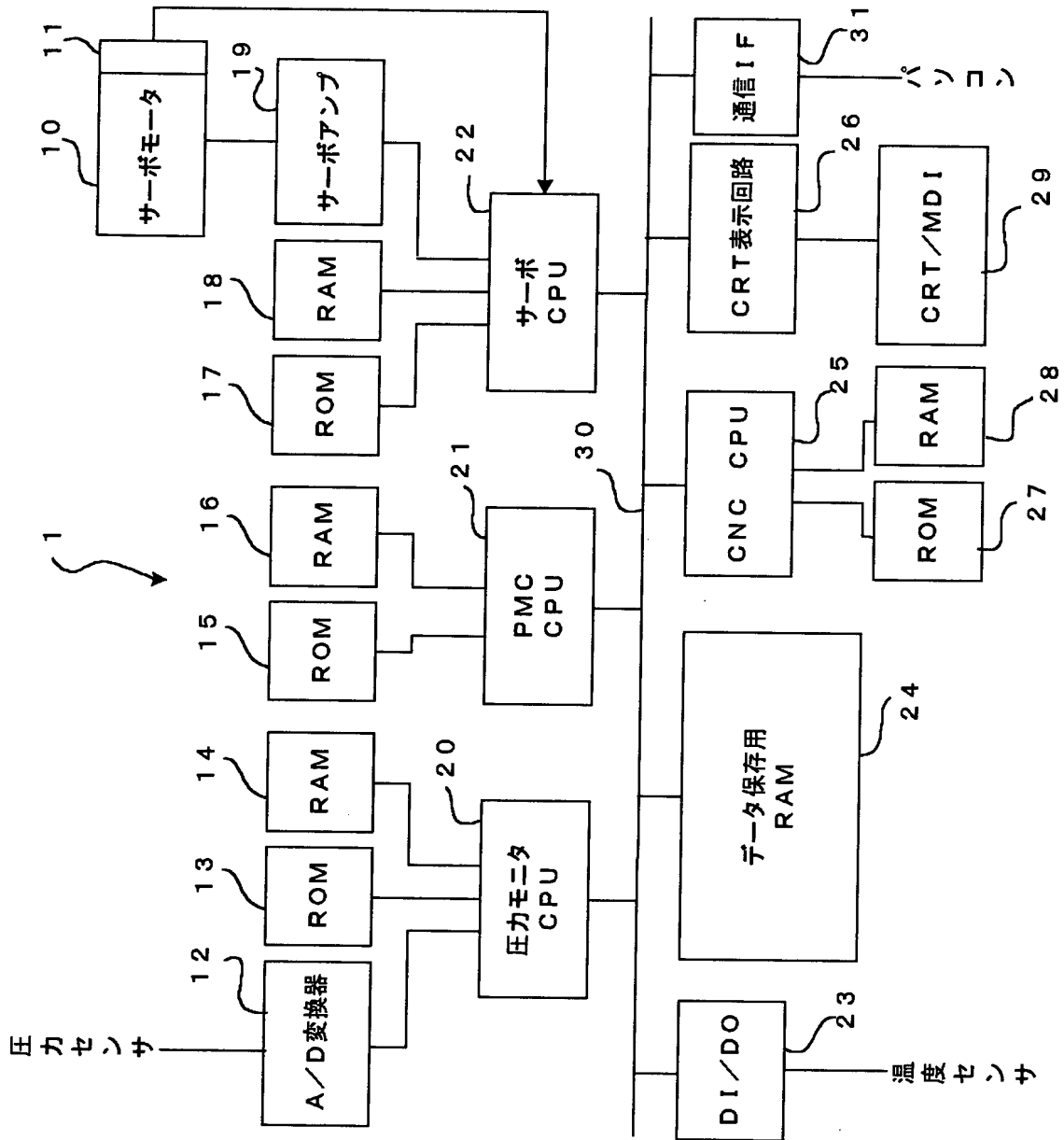


【図 7】

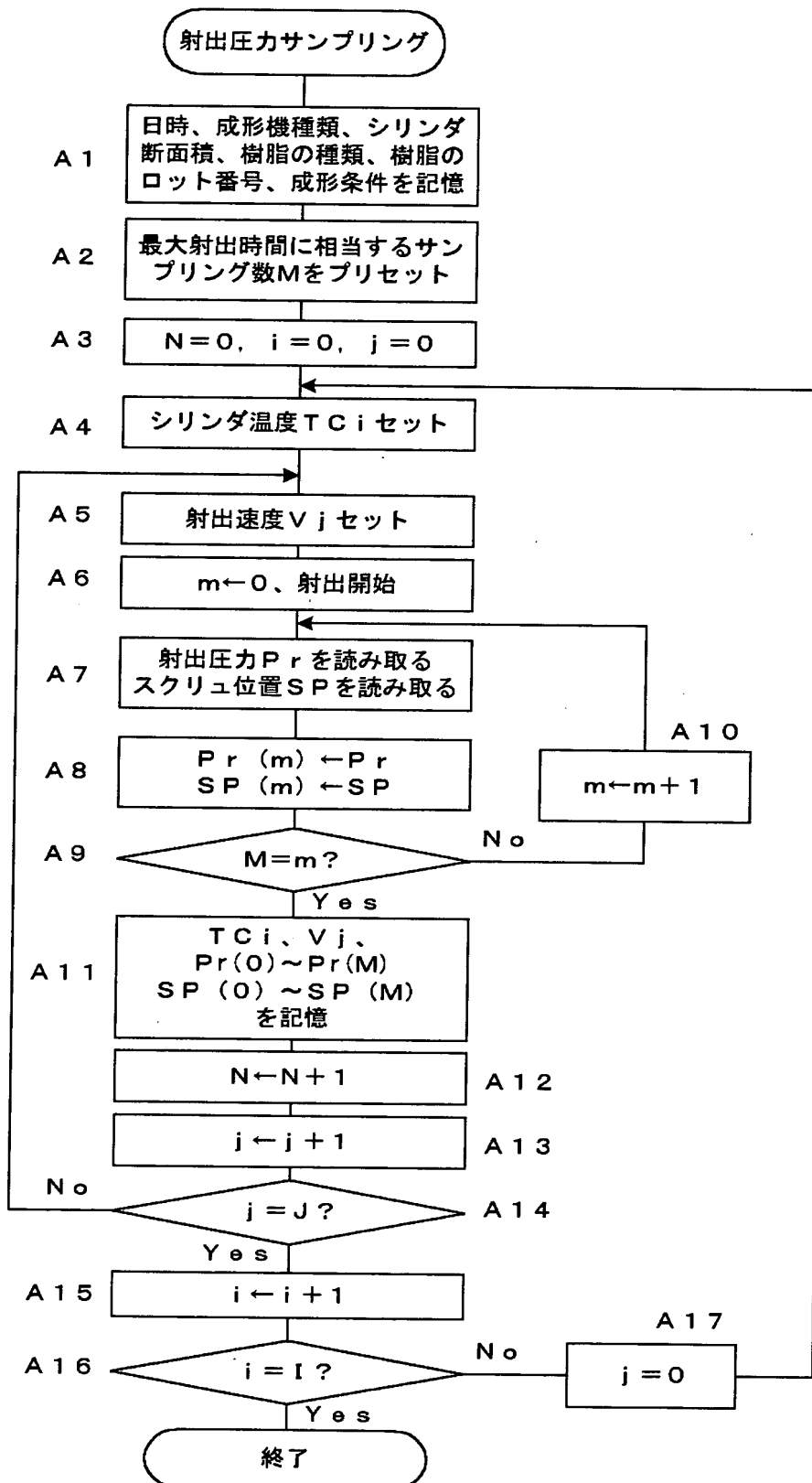




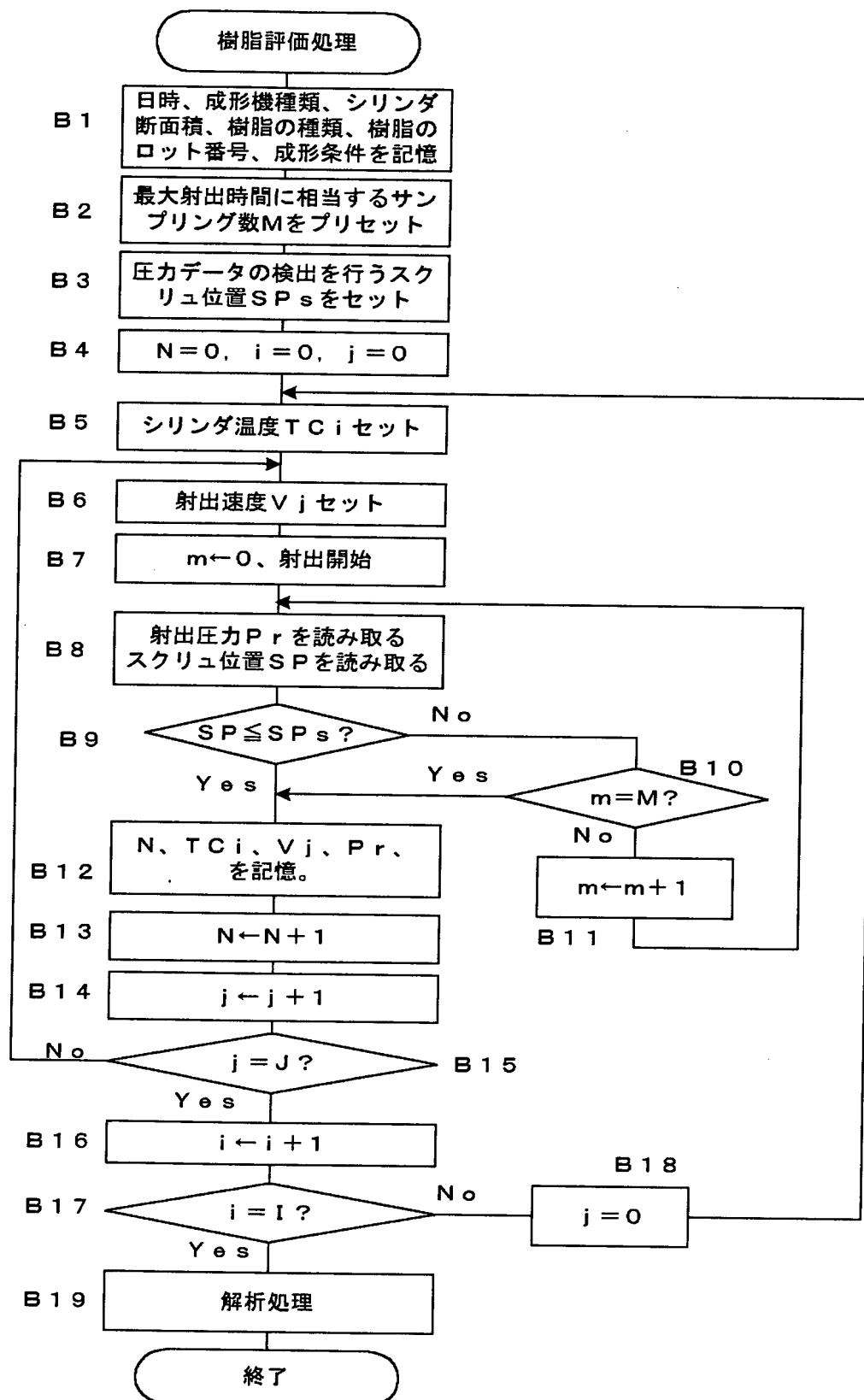
【図 8】



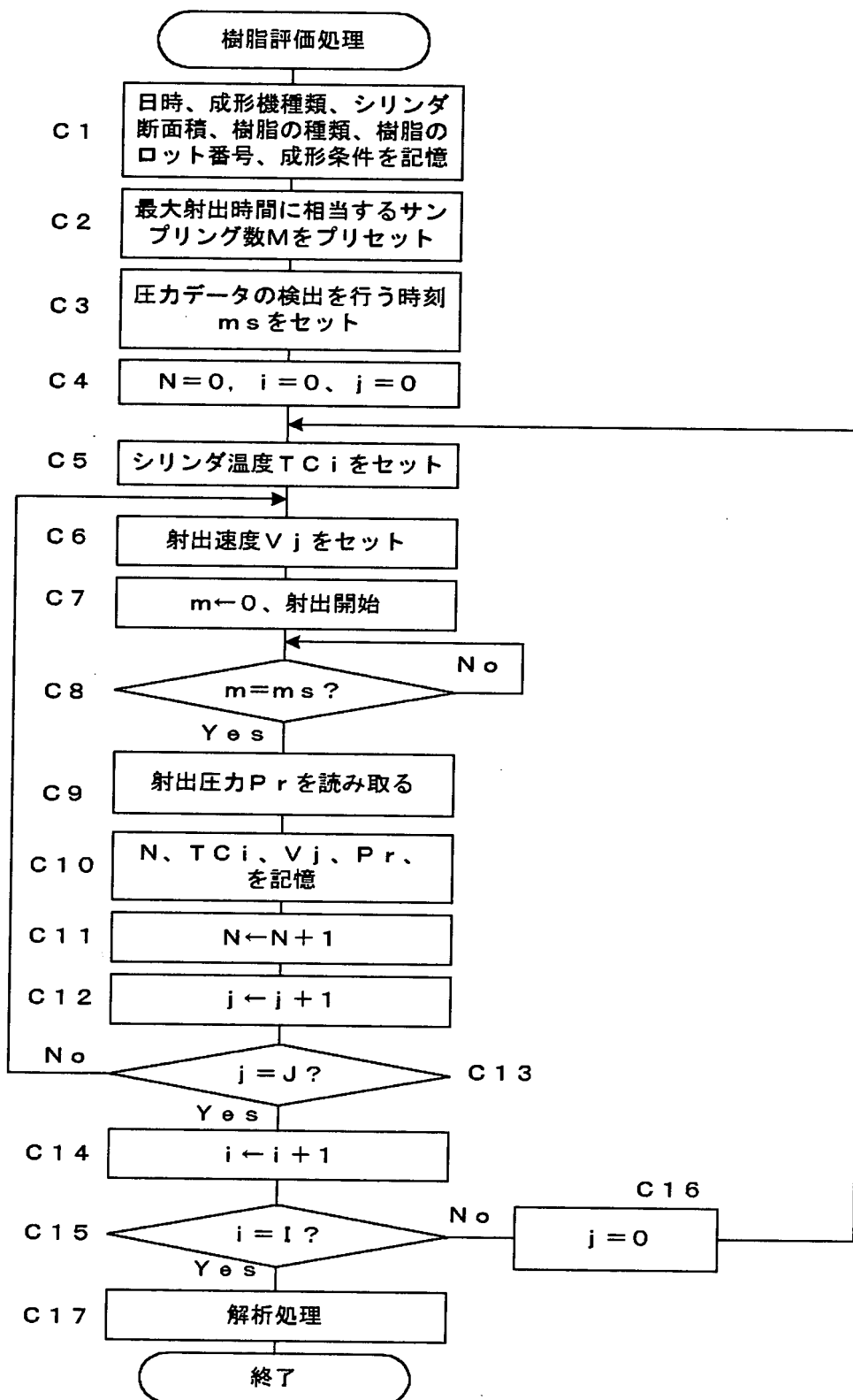
【図 9】



【図 1 0】



【図 11】



【図 12】

T b - 1

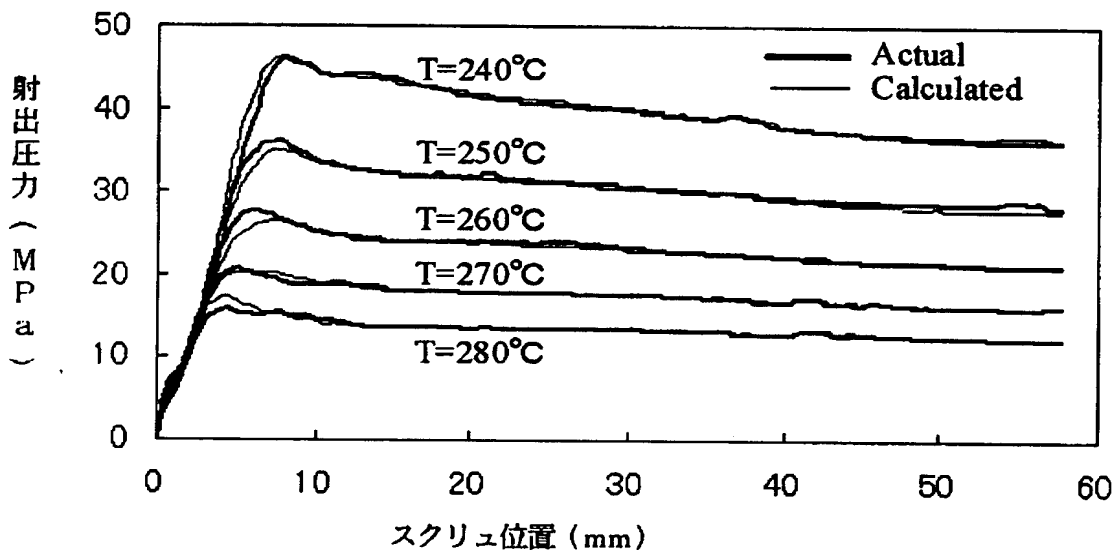
N	温度	速度	時間m	圧力	位置
0	T C0	V0	0	Pr(0)	SP(0)
			1	Pr(1)	SP(1)
			.	.	.
			M	Pr(M)	SP(M)
1	T C0	V1	0	Pr(0)	SP(0)
			.	.	.
			.	.	.
			M	Pr(M)	SP(M)
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
J-1	T C0	V(J-1)	0	Pr(0)	SP(0)
			.	.	.
			M	Pr(M)	SP(M)
J	T C1	V0	0	Pr(0)	SP(0)
			.	.	.
			M	Pr(M)	SP(M)
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
2J-1	T C1	V(J-1)	0	Pr(0)	SP(0)
			.	.	.
			M	Pr(M)	SP(M)
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
(I-1)J	T C1-1	V0	0	Pr(0)	SP(0)
			.	.	.
			M	Pr(M)	SP(M)
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
IJ-1	T C1-1	V(J-1)	0	Pr(0)	SP(0)
			.	.	.
			M	Pr(M)	SP(M)

【図 1 3】

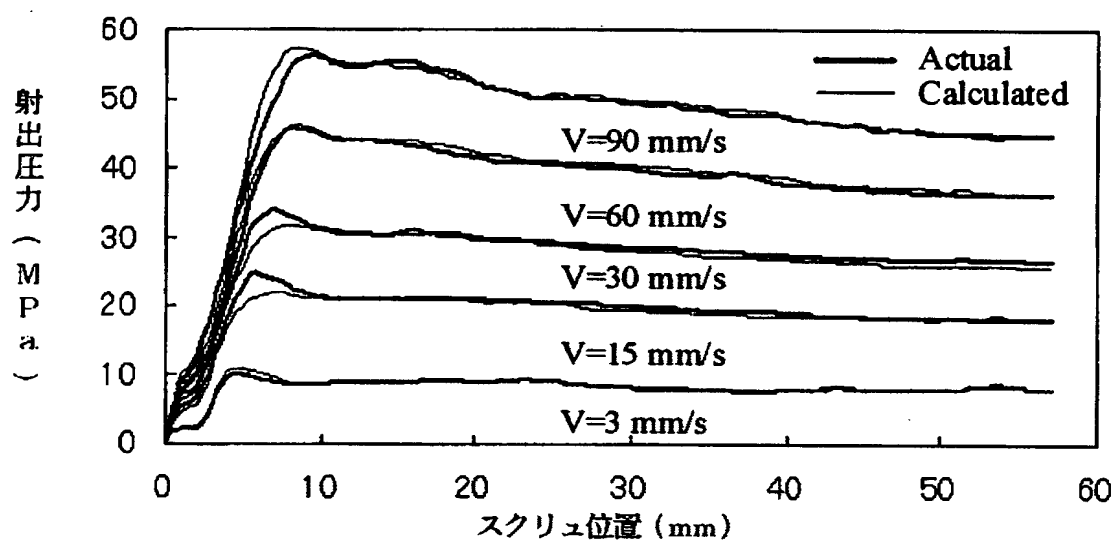
$T_{b-2}$

N	温度	速度	圧力
0	$T_{C0}$	$V_0$	$Pr_0$
1	$T_{C0}$	$V_1$	$Pr_1$
⋮	⋮	⋮	⋮
J-1	$T_{C0}$	$V(J-1)$	$Pr(J-1)$
J	$T_{C1}$	$V_0$	$Pr_0$
⋮	⋮	⋮	⋮
2J-1	$T_{C1}$	$V(J-1)$	$Pr(J-1)$
⋮	⋮	⋮	⋮
(I-1)J	$T_{C1}$	$V_0$	$Pr(0)$
⋮	⋮	⋮	⋮
IJ-1	$T_{C1}$	$V(J-1)$	$Pr(J-1)$

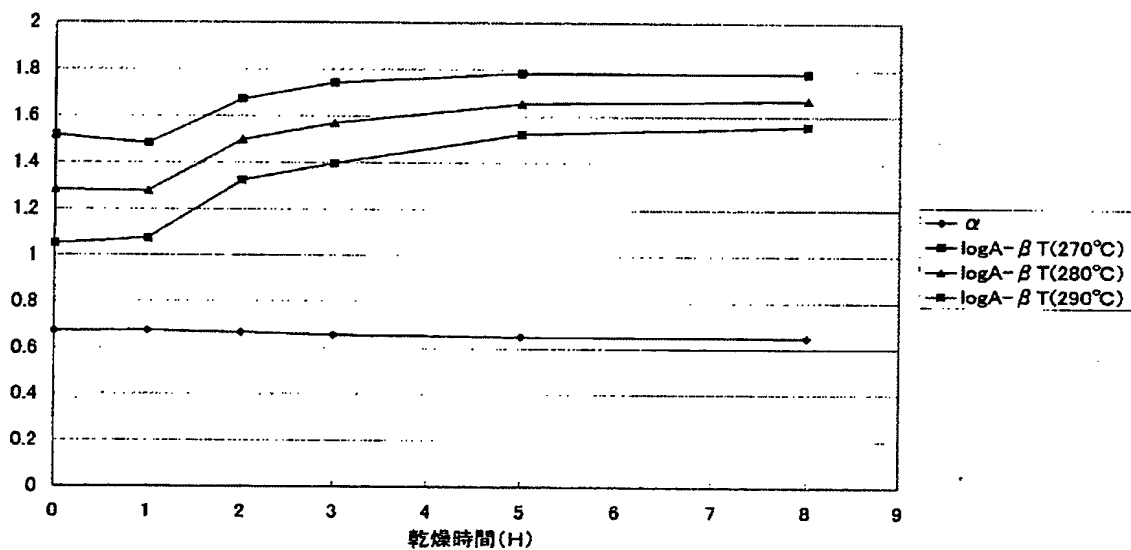
【図 1 4】



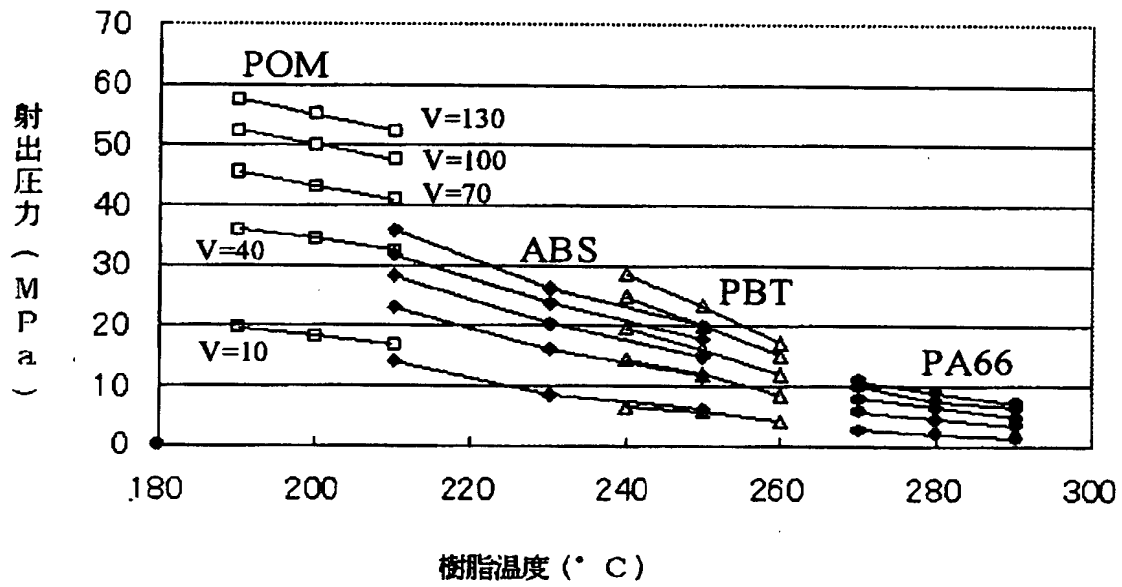
【図15】



【図16】



【図 1 7】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 成形機を利用して、樹脂特性を測定、評価する方法及び装置を提供する。

【解決手段】 樹脂温度  $TC_i$  (B 5)、射出速度  $V_j$  (B 6) を変えて、射出を行い (B 7)、設定スクリュ位置  $SP_s$  における射出圧力  $P_r$  を検出する (B 8, B 9, B 1 2)。N 個の射出圧力、射出速度、樹脂温度射出速度、の組み合わせデータ ( $P_r$ 、 $V$ 、 $TC$ ) を得る (B 1 2)。このデータを用いて、最小 2 乗法によって、圧力、速度、温度の相互依存関係関数  $P_{VT}(T, v(x), x) = A(x) e^{-\alpha(x) T} v(x)^{\beta(x)}$  を求める (B 1 9)。  $\beta(x)$  は圧力に影響を与える速度依存度を現し、 $\log A(x) - \alpha(x) T$  は温度依存度を示す。

【選択図】 図 1 0

特 2 0 0 1 - 2 0 9 4 4 8

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 2 0 9 4 4 8
受付番号	5 0 1 0 1 0 1 2 5 3 9
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0 0 9 5
作成日	平成 1 3 年 7 月 1 3 日

### <認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 7月10日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 9 0 0 0 8 2 3 5 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 1 0 月 2 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地  
氏 名 ファナック株式会社